

УДК 624.042.7:699.841

Е. А. СЕРДЮК, Я. В. НАЗИМ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ЗДАНИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ПО РАЗЛИЧНЫМ НОРМАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ
СТАЛЬНОГО КАРКАСА ПРОМЗДАНИЯ)**

Аннотация. В статье рассмотрены особенности расчета здания на сейсмические воздействия по различным нормам проектирования. Выполнен сравнительный анализ результатов расчетов здания на сейсмические воздействия линейно-спектральным методом по ДБН В.1.1-12:2014 «Строительство в сейсмических районах Украины» и СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах».

Ключевые слова: сейсмические воздействия, промздание, нормы проектирования.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Сейсмическое воздействие представляет собой колебательное движение грунта, вызванное природными или техногенными факторами, которое влечет за собой перемещения, деформации, отказы отдельных элементов и иногда разрушение зданий. В действующих нормах проектирования по сейсмостойкому строительству России и Украины приведены данные для расчета сейсмостойкости зданий, возводимых на территории Крымского полуострова, вследствие чего актуальной проблемой является выполнение сравнительного анализа особенностей и результатов расчетов зданий на сейсмические воздействия по нормативным документам данных стран.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Различными аспектами теории сейсмостойкости занимались отечественные и зарубежные ученые: А. А. Амосов, С. Б. Сеницын, И. Л. Корчинский, Ю. И. Немчинов, Н. Ньюмарк, Дж. Блум и многие другие [1–4]. Сравнению различных методов расчета на сейсмические воздействия посвящены работы О. В. Мкртычева и Г. А. Джинчвелашвили. В данной статье рассматривается расчет стального каркаса промздания на сейсмические воздействия линейно-спектральным методом по различным нормам проектирования.

ЦЕЛЬ

Рассмотреть особенности расчета и выполнить сравнительный анализ влияния принятого для расчета линейно-спектральным методом нормативного документа по сейсмостойкому строительству на величины ответных реакций конструкций здания.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Значения сейсмических нагрузок при выполнении линейно-спектрального расчета сейсмостойкости определяют по коэффициентам динамичности в зависимости от частот и форм собственных колебаний конструкции. Расчет данным методом выполняется в предположении упругого деформирования конструкций. В нормах проектирования по сейсмостойкому строительству допускается возможность работы материала конструкций за пределами упругости, то есть развитие пластических деформаций, не приводящих к прогрессирующему обрушению. Для описания нелинейного характера деформирования конструкции вводится коэффициент учета допускаемых повреждений.

В программном комплексе ЛИРА-САПР, работа которого основана на использовании метода конечных элементов в форме перемещений, была создана расчетная схема, представляющая собой пространственный стальной каркас одноэтажного промздания. Здание двухпролетное прямоугольной конфигурации в плане, с шириной пролетов 24 м, с размерами по крайним осям 48,0×84,0 м (рисунок). Расчетная сейсмичность площадки строительства – 8 баллов, категория грунта по сейсмическим свойствам – II (г. Керчь, Крым).

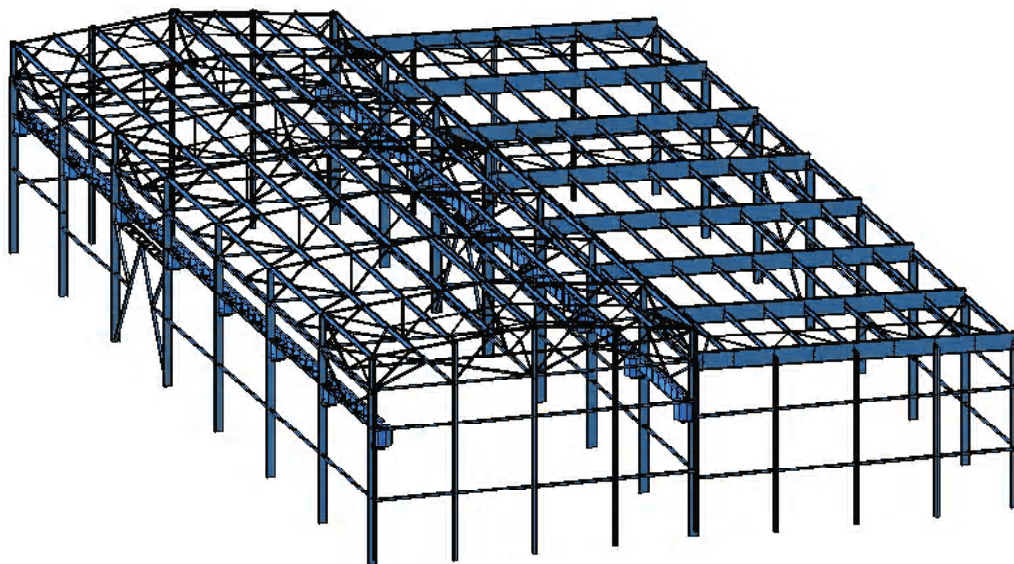


Рисунок – Пространственная модель одноэтажного промздания в ПК ЛИРА-САПР.

При выполнении расчета на сейсмические воздействия здание приводится к системе с конечным числом степеней свободы, таким образом, математически формируется система дифференциальных уравнений движения, которая решается путем разложения по формам колебаний. Частоты и формы собственных колебаний позволяют определить величину и характер распределения сейсмических нагрузок по элементам здания. Число учитываемых форм собственных колебаний при определении сейсмических нагрузок принимается из условия, чтобы сумма модальных масс, составляла не менее требуемого процента полной суммы модальных масс при колебаниях здания в заданном направлении по принятому нормативному документу. Для поиска форм, определения частот и периодов колебаний при расчете здания на сейсмические воздействия необходимо сформировать матрицу масс из статических загрузений. Массы были сформированы из следующих статических загрузений (с соответствующими коэффициентами сочетания): нагрузка от собственного веса металлического каркаса; нагрузка от веса кровли и стен; снеговая нагрузка; нагрузка от веса мостового крана и тележки. Направление сейсмического воздействия задавалось поперек здания по оси X и вдоль здания по оси Y через направляющие косинусы [5]. Сейсмические нагрузки прикладываются в узлы расчетной динамической модели здания как статические и вызывают появление усилий, напряжений и других силовых факторов в элементах конструкций. Результаты расчетов стального каркаса промздания приведены в таблице.

ВЫВОДЫ

По результатам расчета стального каркаса промздания на сейсмические воздействия линейно-спектральным методом в ПК ЛИРА-САПР выявлено, что максимальное продольное усилие и максимальный изгибающий момент (по РСУ) в заделке наиболее нагруженной колонны среднего ряда, рассчитанные согласно ДБН В.1.1-12:2014, превышают значение данных внутренних усилий, рассчитанных согласно СП 14.13330.2014. Данное отличие связано с: учетом региональных сейсмических особенностей каждой страны, что приводит к различным значениям спектрального коэффициента динамичности; различными значениями коэффициента учета допускаемых повреждений для зданий со стальным каркасом (0,25 согласно ДБН В.1.1-12:2014 и 0,22 согласно СП 14.13330.2014);

Таблица – Сравнительный анализ результатов расчета стального каркаса промздания на сейсмические воздействия по различным нормам проектирования в ПК ЛИРА-САПР

| Параметры сравнения | Ед. изм. | Величина соответствующего параметра | | | | Разница величин, % | |
|---|----------|-------------------------------------|---------|-------------------|---------|--------------------|-------|
| | | СП 14.13330.2014 | | ДБН В.1.1-12:2014 | | ось X | ось Y |
| | | ось X | ось Y | ось X | ось Y | | |
| Круговая частота по основной форме колебаний | Рад/с | 3,289 | 6,347 | 3,25 | 6,288 | 1,19 | 0,93 |
| Период по основной форме колебаний | с | 1,91 | 0,989 | 1,932 | 0,999 | 1,15 | 1,01 |
| N_{max} в заделке наиболее нагруженной колонны среднего ряда по РСУ | кН | -658,02 | -712,79 | -673,75 | -746,93 | 2,39 | 4,79 |
| M_{max} в заделке наиболее нагруженной колонны среднего ряда по РСУ | кНм | 447,16 | 54,82 | 500,95 | 56,07 | 12,03 | 2,28 |

различными значениями коэффициента сочетания постоянных нагрузок для стальных конструкций (0,95 согласно ДБН В.1.1-12:2014 и 0,9 согласно СП 14.13330.2014). Отличие периодов и частот колебаний при одинаковых жесткостных характеристиках здания, связано с различными величинами масс, вследствие сочетания постоянных нагрузок для стальных конструкций с коэффициентом 0,95 согласно ДБН В.1.1-12:2014 и 0,9 согласно СП 14.13330.2014.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Немчинов, Ю. И. Сейсмостойкость зданий и сооружений [Текст] / Ю. И. Немчинов. – Киев : НИИСК Минрегионстра Украины, 2008. – 480 с.
2. Chopra, A. K. Dynamics of structures: Theory and application to earthquake engineering [Текст] / A. K. Chopra. – New Jersey : Prentice-Hall, 1995. – 794 p.
3. Agrawal, P. Earthquake resistant design of structures [Текст] / P. Agrawal, M. Shrikhande. – New Delhi : Prentice-Hall of India Private Limited, 2006. – 660 p.
4. Datta, T. K. Seismic Analysis of Structures [Текст] / T. K. Datta. – Singapore : John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd, 2010. – 464 p.
5. ЛИРА-САПР 2011 [Текст] : учебное пособие / Ю. В. Гензерский, Д. В. Медведенко, О. И. Палиенко, В. П. Титок. – Киев : Электронное издание, 2011. – 396 с.

Получено 28.04.2019

О. О. СЕРДЮК, Я. В. НАЗИМ
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ БУДІВЕЛЬ НА СЕЙСМІЧНІ ВПЛИВИ ЗА
РІЗНИМИ НОРМАМИ ПРОЕКТУВАННЯ (НА ПРИКЛАДІ СТАЛЕВОГО
КАРКАСА ПРОМБУДІВЛІ)
ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

Анотація. У статті розглянуті особливості розрахунку будівлі на сейсмічні впливи за різними нормами проектування. Виконано порівняльний аналіз результатів розрахунків будівлі на сейсмічні впливи лінійно-спектральним методом за ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України» і СП 14.13330.2014 «Будівництво в сейсмічних районах».

Ключові слова: сейсмічні впливи, промбудівля, норми проектування.

ELENA SERDYUK, YAROSLAV NAZIM
FEATURES OF THE CALCULATION OF BUILDINGS ON SEISMIC EFFECTS ON
VARIOUS DESIGN STANDARDS (ON THE EXAMPLE OF A STEEL FRAME OF
AN INDUSTRIAL BUILDING)
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The features of the calculation of the building on seismic effects on various design standards are considered in the article. A comparative analysis of the results of calculations of the building on the seismic

effects of linear-spectral method was completed, according to the following regulatory documents DBN V.1.1-12:2014 «Construction in seismic regions of Ukraine» and SP 14.13330.2014 «Construction in seismic regions».

Key words: seismic effects, industrial building, design standards.

Сердюк Елена Александровна – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: расчеты зданий на сейсмические воздействия.

Назим Ярослав Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: эксплуатационная надежность и долговечность электросетевых конструкций, динамические нагрузки на строительные конструкции.

Сердюк Олена Олександрівна – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розрахунки будівель на сейсмічні впливи.

Назім Ярослав Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри металевих конструкцій та споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: експлуатаційна надійність та довговічність електромережних конструкцій, динамічні впливи на будівельні конструкції.

Serdyuk Elena – master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: calculations of buildings on seismic effects.

Nazim Yaroslav – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Metal Structures and Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: operational characteristics, the longevity and the reliability of power supply structures, dynamic loads on structures.